

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer: **0 222 100**
B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift:
09.08.89

(51) Int. Cl.⁴: **F28F 1/36, F28F 13/18,**
B21C 37/20, B21D 15/04

(21) Anmeldenummer: **86112550.8**

(22) Anmeldetag: **10.09.86**

(54) **Rippenrohr mit eingekerbtem Nutengrund und Verfahren zu dessen Herstellung.**

(30) Priorität: **31.10.85 EP 85113859**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.05.87 Patentblatt 87/21

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.08.89 Patentblatt 89/32

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL SE

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A-0 102 407 ✓ (LWWAG)
DE-A-2 532 143 ✓ (UOP)
DE-A-3 408 626 ✓ (LWWAG)
FR-A-2 152 713 ✓ (UOP)
FR-A-2 493 735 ✓ (Maury/Henges)
GB-A-2 013 325 ✓ (LWWAG)
US-A-3 791 003 ✓ (Pasternak)

(73) Patentinhaber: **Wieland-Werke AG,**
Postfach 4240 Graf-Arco-Strasse, D-7900 Ulm
(Donau)(DE)

(72) Erfinder: **Kästner, Hans-Werner, Ing.Grad.,**
Bergstrasse 28, D-7917 Vöhringen 2(DE)
Erfinder: **Klöckler, Robert, Hardtweg 2,**
D-7919 Tiefenbach(DE)
Erfinder: **Hage, Manfred, Dr.-Ing., Sachsenstrasse 26,**
D-7913 Senden-Ay(DE)

EP 0 222 100 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Rippenrohr der im Oberbegriff des Hauptanspruchs beschriebenen Gattung.

Ein derartiges Rippenrohr ist aus der EP-A 0 102 407 bekannt. Es weist auf der Rohrrinnenseite eine unterbrochene Innenwelligkeit unterhalb der äußeren Nuten auf; auf der Rohrrinnenseite sind voneinander getrennte Vorsprünge aus verlagertem Rohrwandungsmaterial vorgesehen. Daraus resultieren rohrrinnenseitig günstige Wärmeübertragungseigenschaften. Den inneren Vorsprüngen entsprechen auf der Rohraußenseite voneinander getrennte Eindrückungen in der Rohrwandung, die in Schraubenlinienrichtung der äußeren Nuten über eine Länge in der Größenordnung einer Windung verlaufen. Diese Eindrückungen im Bereich des Nutengrundes bewirken zwar eine Oberflächenvergrößerung der Rohraußenseite gegenüber einem unverformten Rohr, haben jedoch nur einen geringen Einfluß auf den Wärmeübergang an der Rohraußenseite.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Rohrwandung im Bereich des Nutengrundes auf einfache Weise so zu gestalten, daß die Wärmeübertragung verbessert wird. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die in Richtung der Mittellinien der rinnenförmig ausgebildeten Eindrückungen gemessene Länge L der Eindrückungen kleiner ist als die Rippenteilung (t_R) und daß 0,5 bis 20 Eindrückungen pro cm Nutlänge angeordnet sind.

Die Mittellinien sollen dabei die tiefsten Punkte der rinnenförmigen Eindrückungen miteinander verbinden (Rippenteilung t_R = Abstand von Rippenmitte zu Rippenmitte/Messung der Nutlänge entlang der Schraubenlinienrichtung der Nut).

Die feinen Eindrückungen lassen sich leicht während des Walzvorgangs für das Rippenrohr herstellen.

Die Erörterung der wärmetechnischen Vorteile erfolgt weiter unten anhand eines Ausführungsbeispiels.

Besondere Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Rippenrohres sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 16.

Es empfiehlt sich, vorzugsweise 4 bis 13, insbesondere 7 bis 11 Eindrückungen pro cm Nutlänge anzuordnen.

Die senkrecht zur Richtung der Mittellinien gemessene Breite B der Eindrückungen ist vorzugsweise kleiner bzw. gleich deren Länge L .

Nach einer besonderen Ausführungsform der Erfindung schließen die Mittellinien der Eindrückungen mit der Schraubenlinienrichtung der Nuten einen Winkel α ein, wobei $0^\circ < \alpha < 180^\circ$; insbesondere gilt für α : $10^\circ < \alpha < 170^\circ$. Bevorzugt verlaufen die Mittellinien etwa senkrecht zur Schraubenlinienrichtung, also $\alpha = 90^\circ$.

In den Fällen geringer Dicke der Rohrwandung empfiehlt sich nur eine geringfügige Eindrückung, dafür sollen sich die Eindrückungen jedoch jeweils bis in den Fuß benachbarter Rippen erstrecken (Fig. 6). In besonderen Fällen ist es ausreichend, wenn die Eindrückungen jeweils nur in dem Fuß be-

nachbarter Rippen vorhanden sind (Fig. 7). Regelmäßige Abstände der Eindrückungen untereinander sind bevorzugt.

Die Tiefe der Eindrückungen beträgt vorzugsweise 0,01 bis 1,0 mm, insbesondere 0,05 bis 0,5 mm.

Im Querschnitt sind die Eindrückungen etwa V-, trapez- oder halbkreisförmig od. dgl. Es empfiehlt sich, unterschiedliche Querschnittsformen miteinander zu kombinieren.

Die Wärmeübertragungseigenschaften auf der Rohraußenseite werden verbessert, wenn die Rippen des erfindungsgemäßen Rohres mit einer T-Form umlaufen. Die Rohrrinnenseite ist üblicherweise im wesentlichen glatt ausgebildet, eine Verbesserung der Wärmeübertragung wird durch eine Innenwelligkeit erzielt, wenn in Schraubenlinienrichtung der äußeren Nuten durchgehende Vorsprünge vorhanden sind.

Die erfindungsgemäßen Rippenrohre werden bevorzugt in überfluteten Verdampfern eingesetzt.

Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Rippenrohres. Das Verfahren ist gekennzeichnet durch die Merkmale a) und b) nach Anspruch 17. Die Formulierung «und/oder» in Anspruch 17 bezieht sich darauf, ob sich das Rohr bei der axialen Vorschubbewegung gleichzeitig drehen soll oder nicht. Dabei wird das Glattrohr vorzugsweise durch einen darin liegenden Walzdorn abgestützt.

Zur Herstellung eines Rippenrohres mit T-förmigen Rippen empfiehlt sich ein Verfahren mit den Merkmalen nach Anspruch 19.

Die Erzeugung einer Innenwelligkeit des Rippenrohres wird vorzugsweise nach Anspruch 20 durchgeführt.

Die Erfindung wird anhand der folgenden Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Rippenrohr mit T-förmigen Rippen im Teilschnitt,

Fig. 2 einen Querschnitt durch das erfindungsgemäße Rippenrohr gemäß Linie A - A in Figur 1,

Fig. 3 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Rippenrohres, bei dem zum besseren Nachweis der Eindrückungen im Nutengrund die T-förmigen Rippen teilweise entfernt sind,

Fig. 4 perspektivisch in vergrößertem Maßstab Eindrückungen im Nutengrund mit unterschiedlichem Querschnitt,

Fig. 5 schematisch einen Ausschnitt der abgewinkelten Rohroberfläche zur Erläuterung der Abmessungen der Eindrückungen,

Fig. 6 in vergrößertem Maßstab einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Rippenrohr, bei dem sich eine Eindrückung jeweils bis in den Fuß benachbarter Rippen erstreckt,

Fig. 7 eine Abwandlung von Fig. 6, bei der jeweils nur der Fuß benachbarter Rippen eingedrückt ist,

Fig. 8 eine Vorrichtung zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Rippenrohres mit T-förmigen Rippen,

Fig. 9 einen Querschnitt durch eine Kerbscheibe mit achsparallelen Zähnen,

Fig. 10 eine Vorrichtung zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Rippenrohres mit inneren Vorsprüngen und mit T-förmigen Rippen,

Fig. 11 das Verhältnis $Q_T^{\text{gekerbt}} / Q_T$ der Verdampfungsleistung eines erfindungsgemäßen T-Rippenrohres im Vergleich zu einem entsprechenden T-Rippenrohr ohne Einkerbungen (V-förmigen Eindrückungen) und

Fig. 12 das Verhältnis $Q_T^{\text{gekerbt}} / Q_T$ als Funktion der Anzahl der Einkerbungen pro cm Nutlänge.

Die Fig. 1 und 2 zeigen ein Rippenrohr 1 im Teilschnitt bzw. im Querschnitt. Auf der Rohraußen-seite laufen T-förmige Rippen 2 schraubenlinienförmig um, zwischen denen eine ebenfalls schraubenlinienförmig verlaufende Nut 3 gebildet ist. Der Fuß 4 der Rippen 2 steht radial von der Rohrwandung 5 ab, während die Rippenenden 6 jeweils so zur T-Form gestaucht sind, daß verengte Spalten 7 gebildet sind (vgl. die obere Spaltbreite S in Fig. 1). Der Abstand zwischen den Rippen 2 ändert sich kontinuierlich, so daß die Nuten 3 im wesentlichen als abgerundete Hohlräume ausgebildet sind. Die Rippenteilung als Abstand von Rippenmitte zu Rippenmitte ist mit t_R bezeichnet.

Die Rohrwandung 5 weist im Bereich des Nutengrundes 3' feine Eindrückungen 8 auf, die im wesentlichen in Axialrichtung des Rohres 1 verlaufen und in Umfangsrichtung des Rohres einen regelmäßigen Abstand aufweisen. Die Tiefe der Eindrückungen 8 ist mit T bezeichnet (vgl. insbesondere Fig. 2).

Zur besseren Darstellung der Eindrückungen 8 im Nutengrund 3' sind in Fig. 3 die T-förmigen Rippen 2 teilweise entfernt.

Fig. 4 zeigt in vergrößertem Maßstab Eindrückungen 8 im Nutengrund 3' mit V-, trapez- und halbkreisförmigem Querschnitt. Die tiefsten Punkte der rinnenförmigen Eindrückungen 8 werden jeweils durch die dargestellten Mittellinien 8' verbunden. Die V-förmigen Eindrückungen 8 werden im folgenden als «Einkerbungen» bezeichnet.

Wie Fig. 5 deutlich zeigt, schließen die Mittellinien 8' mit der Schraubenlinienrichtung der Nuten 3 einen Winkel α ein (hier im Spezialfall ist $\alpha = 90^\circ$). Die in Richtung der Mittellinien 8' gemessene Länge der Eindrückungen 8 ist mit L, die senkrecht dazu gemessene Breite mit B bezeichnet. L und B sind deutlich kleiner als t_R .

In Fig. 6 ist schematisch in vergrößertem Maßstab dargestellt, wie sich eine Eindrückung 8 jeweils bis in den Fuß 4 benachbarter Rippen 2 erstreckt, so daß in den Rippenflanken ausgeprägte Ecken 4' entstehen. Es sind zusätzlich die Kernwanddicke W und die Tiefe T der Eindrückungen 8 eingetragen. Die um T verminderte Kernwanddicke ist mit W_R (= Restwanddicke) bezeichnet, die Tiefe der eingedrückten Rippenflanken mit T_f . Insbesondere bei geringer Restwanddicke W_R ist jeweils nur der Fuß 4 benachbarter Rippen 2 eingedrückt (vgl. Fig. 7 mit $T = 0$).

Die Vorrichtung nach Fig. 8 zur Herstellung eines T-Rippenrohres 1 läßt sich bei einem ortsfesten Walzkopf (bei sich drehendem Rohr) oder bei einem drehbaren Walzkopf (bei lediglich axial verschiebbarem Rohr) verwenden. Im folgenden wird die Funktionsweise bei sich drehendem Rohr erläutert: Bei der Vorrichtung nach Fig. 8 sind jeweils ein

Walzwerkzeug 9, eine gezahnte Kerbscheibe 10, eine Distanzscheibe 11, eine zylindrische Glättrolle 12, eine Spaltrolle 13 für die Rippen und eine zylindrische Stauchrolle 14 in einem durch Ziffer 15 angeordneten Werkzeughalter integriert (bis auf die Kerbscheibe 10 entspricht die Vorrichtung derjenigen nach der DE-A 2.758.526). Es sind noch zwei weitere Werkzeughalter 15, jedoch ohne Kerbscheibe 10, vorgesehen, die jeweils um 120° gegeneinander versetzt am Umfang des Rohres 1 angeordnet sind (hier ist nur ein Werkzeughalter 15 dargestellt). Es können beispielsweise auch vier oder mehr Werkzeughalter 15 benutzt werden.

Die Werkzeughalter 15 sind radial zustellbar. Sie sind ihrerseits in einem ortsfesten (nicht dargestellten) Walzkopf angeordnet.

Das in Pfeilrichtung einlaufende Glattrohr 1' wird durch die am Umfang des Rohres angeordneten, angetriebenen Walzwerkzeuge 9 in Drehung versetzt, deren Achse schräg zur Rohrachse verläuft. Die Walzwerkzeuge 9 bestehen in an sich bekannter Weise aus nebeneinander angeordneten Walzscheiben 16, deren Durchmesser in Pfeilrichtung ansteigt.

Die zentrisch angeordneten Walzwerkzeuge 9 formen in bekannter Weise die Rippen 2' aus der mittels eines Walzdorns 17 unterstützten Rohrwandung 5. Dabei findet zunächst in einem vorderen Bereich (Einzugsbereich) eine Durchmesserreduktion statt. In einem mittleren Bereich (Fertigwalzbereich) erfolgt das Auswalzen der schraubenlinienförmig umlaufenden Rippen 2'. In einem Werkzeughalter 15 ist dem Walzwerkzeug 9 eine gezahnte Kerbscheibe 10 nachgeschaltet, deren Außendurchmesser D größer ist als der Außendurchmesser der letzten Walzscheibe 16'. Die Kerbscheibe 10 weist achsparallele Zähne 18 auf (vgl. Fig. 9),

so daß in der Rohrwandung 5 im Bereich des Nutengrundes 3' feine Einkerbungen 8 entstehen.

Die Fig. 9 zeigt einen Querschnitt durch eine Kerbscheibe 10 mit Zähnen 18. Der Außendurchmesser ist mit D, die Höhe der Zähne 18 mit h_z bezeichnet.

Es empfiehlt sich, wenn die Kerbscheibe 10 pro cm Umfang etwa 0,5 bis 20 achsparallele oder schräg verlaufende - im Querschnitt - etwa dreieck-, trapez- oder halbkreisförmige Zähne 18 aufweist, wobei die Zahnhöhe h_z etwa 0,01 bis 10,0 mm beträgt.

Die Ausbildung der T-förmigen Rippen 2 erfolgt in an sich bekannter Weise. Auf die Kerbscheibe 10 folgt eine Distanzscheibe 11. Durch die Glättrolle 12 wird eine Glättung der Enden der Rippen 2' erzielt, so daß die Enden der Rippen 2'' auf einer gedachten, mit der Rohrmittelachse 19 koaxialen Zylinderfläche liegen. Die nachgeschaltete Spaltrolle 13 spaltet die Rippen 2'' in Schraubenlinienrichtung und biegt sie gleichzeitig seitlich auf, so daß Y-Rippen 2''' resultieren, die durch eine Stauchrolle 14 in radialer Richtung zu T-förmigen Rippen 2 gestaucht werden. Die Dicke von Glättrolle 12, Spaltrolle 13 und Stauchrolle 14 entspricht jeweils etwa der Rippenteilung t_R (zwischen Glättrolle 12 und Spaltrolle 13 ist noch eine Korrekturscheibe 20 angedeutet).

Für die Herstellung eines Rippenrohres 1 mit inneren Vorsprüngen 21 wird eine Vorrichtung gemäß

Fig. 10 verwendet, bei der der Walzdorn 17 mit der letzten Walzscheibe 16' endet. In diesem Fall folgt in dem Werkzeughalter 15 auf das Walzwerkzeug 9 eine Drückrolle 22, deren Außendurchmesser größer ist als der Außendurchmesser der letzten Walzscheibe 16'. Durch die Drückrolle 22 wird die Nut 3 zwischen den Rippen 2 vertieft, so daß durch verlagertes Rohrwandungsmaterial Vorsprünge 21 auf der Rohrinneenseite ausgebildet werden (Innenwelligkeit H). Durch die Kerbscheibe 10, die auf die Drückrolle 22 folgt, erfolgt wiederum die Einkerbung des Nutengrundes 3'. Die Drückrolle 22 und die Kerbscheibe 10 weisen dabei eine kleinere Dicke als die letzte Walzscheibe 16' auf.

Beispiel: Ausgehend von einem Glattrohr 1' aus sauerstofffreiem Cu (SF-Cu) mit 18,90 mm Außendurchmesser und 1,35 mm Wanddicke wurde mit einer Vorrichtung nach Fig. 10 ein Rippenrohr 1 mit den Abmessungen nach der folgenden Tabelle hergestellt (wegen der einzelnen Rohrgrößen vgl. insbesondere Fig. 1, 5 und 10).

Tabelle

Rippenteilung t_R	1,35 mm
Rippendurchmesser d_R	18,60 mm
Kerndurchmesser d_K	16,60 mm
Innendurchmesser d_i	14,94 mm
Rippenhöhe h_R	1,00 mm
Länge L der Einkerbungen 8	0,60 mm
Breite B der Einkerbungen 8	0,15 mm
Tiefe T der Einkerbungen 8	0,10 mm
Innenwelligkeit H	0,13 mm
Kernwanddicke W	0,83 mm

Dabei stieg der Durchmesser der verwendeten Walzscheiben 16 bis 36,5 mm an. Die Drückrolle 22 hatte einen Durchmesser von 37,0 mm; die Kerbscheibe 10 mit 50 Zähnen 18 der Höhe $h_z = 5,6$ mm hatte einen Durchmesser D von 37,2 mm. Glättrolle 12 ($\varnothing = 34,3$ mm), Spaltrolle 13 ($\varnothing = 35,10$ mm), Stauchrolle 14 ($\varnothing = 35,10$ mm).

Zum Vergleich wurde mit einer Vorrichtung nach Fig. 10 ohne Kerbscheibe 10 ein Rippenrohr mit T-förmigen Rippen ohne Einkerbungen 8 am Nutengrund 3' hergestellt.

Beide Rohre wurden im überfluteten Verdampferbetrieb (also Wasser im Rohr, Kältemittel außen) als Einzelrohr vermessen.

Es ergab sich, daß das Rippenrohr 1 mit eingekerbtem Nutengrund 3' eine wesentlich höhere Leistung (\dot{Q}_T gekerbt) aufwies als das Vergleichsrohr mit glattem Nutengrund 3' (\dot{Q}_T). Gemäß Fig. 11, in der das Leistungsverhältnis $\dot{Q}_T \text{ gekerbt} / \dot{Q}_T$ als Funktion des Wasserdurchsatzes \dot{Q}_W (l/h) bzw. der Wassergeschwindigkeit W_w (m/s) aufgetragen ist, ergab sich eine Leistungssteigerung bis etwa 20 %.

Zur Herstellung der Einkerbungen 8 bei dem Rippenrohr 1 nach dem Beispiel wurde eine Kerbscheibe 10 mit 50 Zähnen 18 verwendet, was etwa 4 Einkerbungen pro cm Nutlänge entspricht.

Für Vergleichsmessungen wurden mit einer Vorrichtung nach Fig. 10 weitere Rippenrohre 1 hergestellt, wobei lediglich Kerbscheiben 10 mit unterschiedlicher Anzahl der Zähne 18 verwendet wurden (alle übrigen Rohrgrößen blieben unverändert). Die so hergestellten Rippenrohre 1 mit unterschiedlicher Anzahl der Einkerbungen 8 pro cm Nutlänge wurden bei gleichen Bedingungen wie im Ausführungsbeispiel im überfluteten Verdampferbetrieb (Wasser im Rohr, Kältemittel R 22 außen) vermessen.

Es wurden besonders gute Ergebnisse bei Rohren mit 4 bis 13 Einkerbungen pro cm Nutlänge, insbesondere mit 7 bis 11 Einkerbungen pro cm Nutlänge, erzielt, wie aus dem Diagramm nach Fig. 12 hervorgeht, in dem das Leistungsverhältnis $\dot{Q}_T \text{ gekerbt} / \dot{Q}_T$ als Funktion der Anzahl der Einkerbungen bei einem konstanten Wasserdurchsatz von $\dot{Q}_T = 900$ l/h aufgetragen ist.

Für ein gekerbtes Rippenrohr 1 nach dem Ausführungsbeispiel (also mit 4 Einkerbungen 8 pro cm Nutlänge) ergab sich für $\dot{Q}_T = 900$ l/h bereits eine Leistungssteigerung des gekerbten Rohres von 20 % gegenüber dem ungekerbten Rohr. Zum besseren Verständnis ist dieser Punkt sowohl in Fig. 11 als auch in Fig. 12 mit P gekennzeichnet. Nach Fig. 12 ergibt sich für den Bereich von 4 bis 13 Einkerbungen pro cm Nutlänge (Bereich X) eine Leistungssteigerung von mindestens 20 %, für den Bereich von 7 bis 11 Einkerbungen pro cm Nutlänge (Bereich Y) eine Leistungssteigerung von über 30 %.

Patentansprüche

1. Einstückiges Rippenrohr (1), insbesondere für Wärmeübertrager od. dgl., mit auf der Rohraußen-seite schraubenlinienförmig umlaufenden Rippen (2), deren Fuß (4) im wesentlichen radial von der Rohrwandung (5) absteht, wobei im Bereich des Nutengrundes (3') der zwischen den Rippen (2) schraubenlinienförmig verlaufenden Nuten (3) voneinander getrennte Eindrückungen (8) in der Rohrwandung (5) vorhanden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die in Richtung der Mittellinien (8') der rinnenförmig ausgebildeten Eindrückungen (8) gemessene Länge L der Eindrückungen (8) kleiner ist als die Rippenteilung (t_R) und daß 0,5 bis 20 Eindrückungen (8) pro cm Nutlänge angeordnet sind.

2. Rippenrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß 4 bis 13 Eindrückungen (8) pro cm Nutlänge angeordnet sind.

3. Rippenrohr nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß 7 bis 11 Eindrückungen (8) pro cm Nutlänge angeordnet sind.

4. Rippenrohr nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die senkrecht zur Richtung der Mittellinien (8') gemessene Breite B der Eindrückungen (8) \leq der Länge L der Eindrückungen (8) ist.

5. Rippenrohr nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittellinien (8') der Eindrückungen (8) mit der Schraubenlinienrichtung der Nuten (3) einen Winkel α einschließen, wobei $0^\circ < \alpha < 180^\circ$.

6. Rippenrohr nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß für den Winkel α gilt: $10^\circ < \alpha < 170^\circ$.

7. Rippenrohr nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß für den Winkel α gilt: $\alpha = 90^\circ$.

8. Rippenrohr nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Eindrückungen (8) jeweils bis in den Fuß (4) benachbarter Rippen (2) erstrecken.

9. Rippenrohr nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Eindrückungen (8) jeweils nur in dem Fuß (4) benachbarter Rippen (2) vorhanden sind.

10. Rippenrohr nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Eindrückungen (8) in regelmäßigen Abständen angeordnet sind.

11. Rippenrohr nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe (T) der Eindrückungen (8) 0,01 bis 1,0 mm beträgt.

12. Rippenrohr nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe (T) der Eindrückungen (8) 0,05 bis 0,5 mm beträgt.

13. Rippenrohr nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippen (2) mit einer im Rippenquerschnitt gleichbleibenden T-Form umlaufen.

14. Rippenrohr nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß entsprechend den zwischen den Rippen (2) schraubenlinienförmig verlaufenden Nuten (3) Rohrwandungsmaterial zur Bildung von in Schraubenlinienrichtung durchgehenden Vorsprüngen (21) radial zur Rohrinnen-seite verlagert ist.

15. Rippenrohr nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14 zur Verwendung in einem überfluteten Verdampfer, dadurch gekennzeichnet, daß das Rippenrohr (1) außen von verdampfendem Kältemittel umgeben ist und daß sich im Inneren des Rippenrohrs (1) eine Flüssigkeit befindet.

16. Rippenrohr nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit Wasser ist.

17. Verfahren zur Herstellung eines Rippenrohrs (1) nach den Ansprüchen 1 bis 12, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) Auf der äußeren Oberfläche eines Glattrohrs (1') werden schraubenlinienförmig verlaufende Rippen (2') herausgewalzt, indem das Rippenmaterial durch Verdrängen von Material aus der Rohrwandung (5) nach außen mittels eines Walzvorgangs gewonnen wird und das entstehende Rippenrohr (1) durch die Walzkräfte in Drehung versetzt und/oder entsprechend den entstehenden Rippen (2) vorgeschoben wird, wobei die Rippen (2') mit ansteigender Höhe aus dem sonst unverformten Glattrohr (1') ausgeformt werden,
- b) nach dem Herausformen der Rippen (2') wird die äußere Oberfläche der Rohrwandung (5) im Bereich des Nutengrundes (3') stellenweise durch radialen Druck nach innen verformt, so daß voneinander beabstandete Eindrückungen (8) entstehen.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Glattrohr (1') durch einen darin liegenden Walzdorn (17) abgestützt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18 zur Herstellung eines Rippenrohres (1) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden der Rippen (2') durch radialen Druck auf einen konstanten Durchmesser geglättet, daß die Enden der geglätteten Rippen (2'') unter einem dem Steigungswinkel der Schraubenlinien entsprechenden Winkel zur Rohrlängsachse gespalten und gleichzeitig die gespaltenen Rippen seitlich zu einem Y-förmigen Querschnitt aufgebogen und daß die aufgebogenen Rippen (2'') durch weiteren radialen Druck zu einem T-förmigen Querschnitt gestaucht werden.

20. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18 zur Herstellung eines Rippenrohres (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Herausformen der Rippen (2') und vor der Verformung des Nutengrundes (3') die Nut (3) zwischen den Rippen (2) durch radialen Druck nach innen gedrückt wird, wobei das Rohr (1) über das freie Ende des Walzdorns (17) hinaus bewegt wird, so daß das Rohrwandungsmaterial auf die Rohrinnen-seite verlagert wird.

Revendications

1. Tube à ailettes (1) d'une seule pièce, en particulier pour dispositifs de transmission de chaleur ou similaires, avec des ailettes (2) s'enroulant en hélice sur la face extérieure du tube, dont le pied (4) fait saillie sensiblement radialement de la paroi (5) du tube, de telle sorte que, dans la zone du fond (3') des gorges (3) qui décrivent une hélice entre les ailettes (2), il existe des dépressions (8), séparées les unes des autres, dans la paroi (5) du tube, caractérisé en ce que la longueur L des dépressions (8) ayant la forme d'un canal, mesurée dans la direction de l'axe (8'), est plus petite que le pas (t_n) des ailettes et qu'il y a 0,5 à 20 dépressions (8) par cm de longueur de gorge.

2. Tube à ailettes selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il y a 4 à 13 dépressions (8) par cm de longueur du gorge.

3. Tube à ailettes selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il y a 7 à 11 dépressions (8) par cm de longueur du gorge.

4. Tube à ailettes selon une ou plusieurs des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la largeur B des dépressions (8), mesurée perpendiculairement à l'axe (8'), est inférieure ou égale à la longueur L des dépressions (8).

5. Tube à ailettes selon une ou plusieurs des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'axe (8') des dépressions (8) forme avec l'hélice décrite par les gorges (3) un angle α tel que $0^\circ < \alpha < 180^\circ$.

6. Tube à ailettes selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'angle α est tel que $10^\circ < \alpha < 170^\circ$.

7. Tube à ailettes selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'angle $\alpha = 90^\circ$ environ.

8. Tube à ailettes selon une ou plusieurs des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les dépressions (8) se prolongent jusque dans le pied (4) d'ailettes contiguës (2).

9. Tube à ailettes selon revendication 8, caractérisé en ce que les dépressions (8) ne sont présen-

tes que dans le pied (4) d'ailettes contiguës (2).

10. Tube à ailettes selon une ou plusieurs des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les dépressions (8) sont disposées à intervalles réguliers.

11. Tube à ailettes selon une ou plusieurs des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la profondeur (T) des dépressions (8) est entre 0,01 et 1,0 mm.

12. Tube à ailettes selon la revendication 11, caractérisé en ce que la profondeur (T) des dépressions (8) est entre 0,05 et 0,5 mm.

13. Tube à ailettes selon une ou plusieurs des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que les ailettes (2) tournent en conservant en coupe transversale la forme d'un T.

14. Tube à ailettes selon une ou plusieurs des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que, en correspondance avec les gorges (3) qui s'enroulent en hélice entre les ailettes (2), la matière de la paroi du tube est déplacée radialement vers la face intérieure du tube pour former des saillies (21) s'étendant dans la direction de l'hélice.

15. Tube à ailettes selon une ou plusieurs des revendications 1 à 14 destiné à un évaporateur noyé, caractérisé en ce que le tube à ailettes (1) est entouré extérieurement par un fluide frigorigène en évaporation et qu'un liquide se trouve à l'intérieur du tube à ailettes (1).

16. Tube à ailettes selon la revendication 15, caractérisé en ce que le liquide est de l'eau.

17. Procédé de fabrication d'un tube à ailettes (1) selon les revendications 1 à 12, caractérisé par les particularités suivantes:

a) Sur la surface extérieure d'un tube lisse (1'), on forme par laminage des ailettes (2') s'enroulant en hélice, en obtenant la matière des ailettes par déplacement de la matière de la paroi (5) du tube vers l'extérieur au moyen d'un processus de laminage et en mettant en rotation le tube à ailettes (1) par l'intermédiaire des forces de laminage et/ou en faisant progresser en conséquence des ailettes (2) ainsi formées, les ailettes (2') étant formées avec une hauteur croissante à partir du tube lisse (1') par ailleurs non déformé.

b) Après la formation des ailettes (2'), on refoule vers l'intérieur, par endroits, la surface extérieure de la paroi (5) du tube, dans la zone du fond (3') des gorges, en exerçant une pression radiale, de manière qu'il se forme des dépressions (8) espacées les unes des autres.

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que le tube lisse (1') prend appui sur un mandrin de laminage (17) qui se trouve à l'intérieur.

19. Procédé selon la revendication 17 ou 18, de fabrication d'un tube à ailettes (1) selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'on lisse les extrémités des ailettes (2') à un diamètre constant en exerçant une pression radiale, qu'on fend les extrémités des ailettes lissées (2'') sous un angle correspondant à l'angle d'inclinaison de l'hélice par rapport à l'axe longitudinal du tube, et en même temps, qu'on déplie latéralement les ailettes fendues pour leur donner en coupe la forme d'un Y, et qu'on comprime les ailettes dépliées (2''') en leur appliquant une nouvelle pression radiale pour leur donner en coupe la forme d'un T.

20. Procédé selon la revendication 17 ou 18 de fabrication d'un tube à ailettes (1) selon la revendication 14, caractérisé en ce que, après la formation des ailettes (2') et avant la formation du fond (3') des gorges, on refoule vers l'intérieur, à l'aide d'une pression radiale, les gorges (3) séparant les ailettes (2), le tube (1) étant déplacé vers l'extérieur sur l'extrémité libre du mandrin de laminage (17), pour que la matière de la paroi du tube soit déplacée sur la face intérieure du tube.

Claims

1. A one-piece finned tube (1), in particular for heat exchangers or the like, having helically extending fins (2) on its outside surface, the foot (4) thereof extending substantially radially from the tube wall (5), wherein the area of base (3') of the grooves (3), helically extending between the fins (2), comprises spaced indentations (8) in the tube wall (5), wherein length L of indentations (8), measured in the direction of centre lines (8') of the channel-shaped indentations (8) is smaller than the fin pitch (t_R) and wherein there are 0.5 to 20 indentations (8) arranged per cm of groove length.

2. A finned tube according to claim 1, wherein 4 to 13 indentations (8) are arranged per cm of groove length.

3. A finned tube according to claim 1, wherein 7 to 11 indentations (8) are arranged per cm of groove length.

4. A finned tube according to one or several of claims 1 to 3, wherein the width B measured at a right angle to centre lines (8') of indentations (8) is equal to or smaller than length L of indentations (8).

5. A finned tube according to one or several of claims 1 to 4, wherein centre lines (8') of indentations (8) form an angle α with the helix of grooves (3) wherein $0^\circ < \alpha < 180^\circ$.

6. A finned tube according to claim 5, wherein $10^\circ < \alpha < 170^\circ$.

7. A finned tube according to claim 6, wherein angle α is approx. 90° .

8. A finned tube according to one or several of claims 1 to 7, wherein indentations (8) extend into foot (4) of adjacent fins (2).

9. A finned tube according to claim 8, wherein indentations (8) exist only in foot (4) of adjacent fins (2).

10. A finned tube according to one or several of claims 1 to 9, wherein indentations (8) are arranged at regular intervals.

11. A finned tube according to one or several of claims 1 to 10, wherein depth T of indentations (8) is 0.01 to 1.0 mm.

12. A finned tube according to claim 11, wherein depth T of indentations (8) is 0.05 to 0.5 mm.

13. A finned tube according to one or several of claims 1 to 12, wherein fins (2) extend with a uniform T-shaped section.

14. A finned tube according to one or several of claims 1 to 13, wherein tube wall material is radially displaced towards the tube inside according to

grooves (3) helically extending between fins (2) to form helically extending protrusions (21).

15. A finned tube according to one or several of claims 1 to 14 for flooded evaporators, wherein finned tube (1) is surrounded on the outside by evaporating refrigerant and has a liquid on its inside. 5

16. A finned tube according to claim 15, wherein the liquid is water.

17. A method of manufacture of finned tube (1) according to claims 1 to 12, wherein 10

a) helical fins (2') are formed on the outer surface of a plain tube (1'), the fins being obtained by displacement of material from the tube wall (5) toward the outside by means of a rolling process, and the resulting finned tube (1) being rotated and/or advanced by the rolling forces as fins (2) are formed, fins (2') with increasing height being formed out of the otherwise unformed plain tube (1'). 15 20

b) once fins (2') have been formed, the outer surface of the tube wall (5) in the area of groove base (3') is locally deformed towards the inside by means of radial pressure so that spaced indentations (8) are formed. 25

18. Method according to claim 17, wherein plain tube (1') is supported by a rolling mandrel (17) inside said plain tube.

19. Method according to claims 17 or 18 for the manufacture of a finned tube (1) according to claim 13, wherein the ends of fins (2') are smoothed by radial pressure to a constant diameter, wherein the ends of said smoothed fins (2'') are slotted at an angle to the longitudinal tube axis, corresponding to the pitch of the helix, and wherein the slotted fins are bent laterally open to form a Y-shape, wherein the bent fins (2''') are upset by added radial pressure to a T-shape. 30 35

20. Method according to claims 17 or 18 for the manufacture of a finned tube (1) according to claim 14, wherein after the fins (2') have been shaped and before the groove base (3') is formed, groove (3) between fins (2) is pressed towards the inside through radial pressure, wherein tube (1) is moved over the free end of the rolling mandrel (17) so as to displace tube wall material to the tube inside. 40 45

50

55

60

65

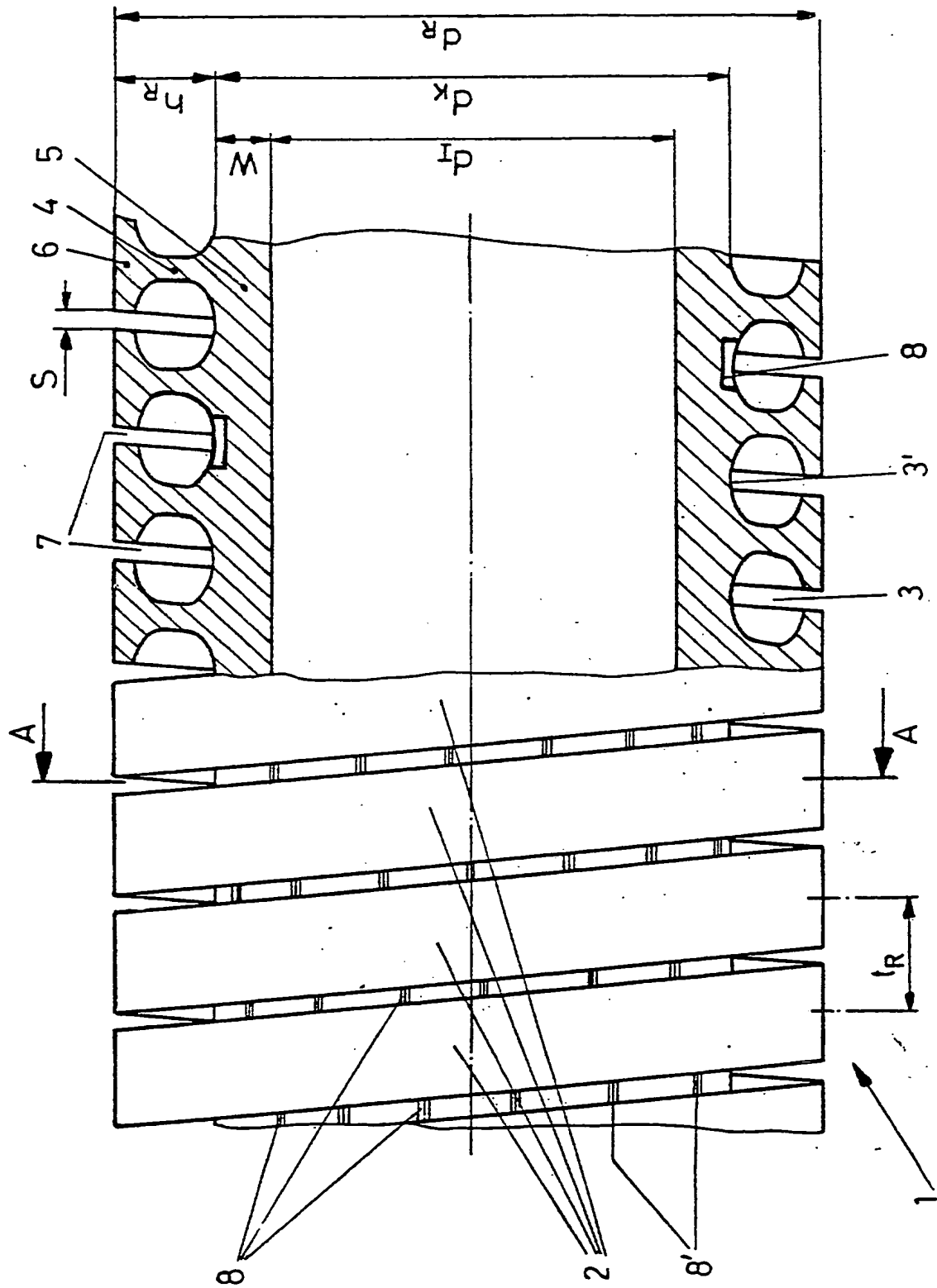


Fig. 1

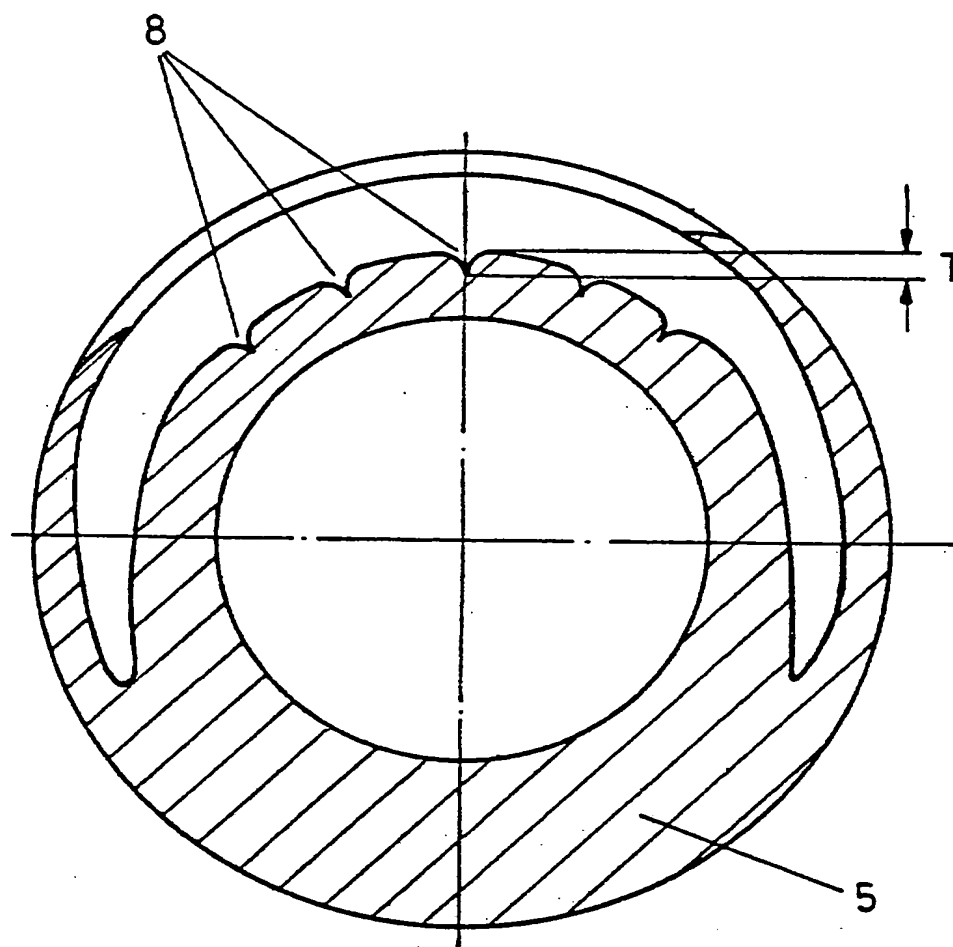


Fig 2

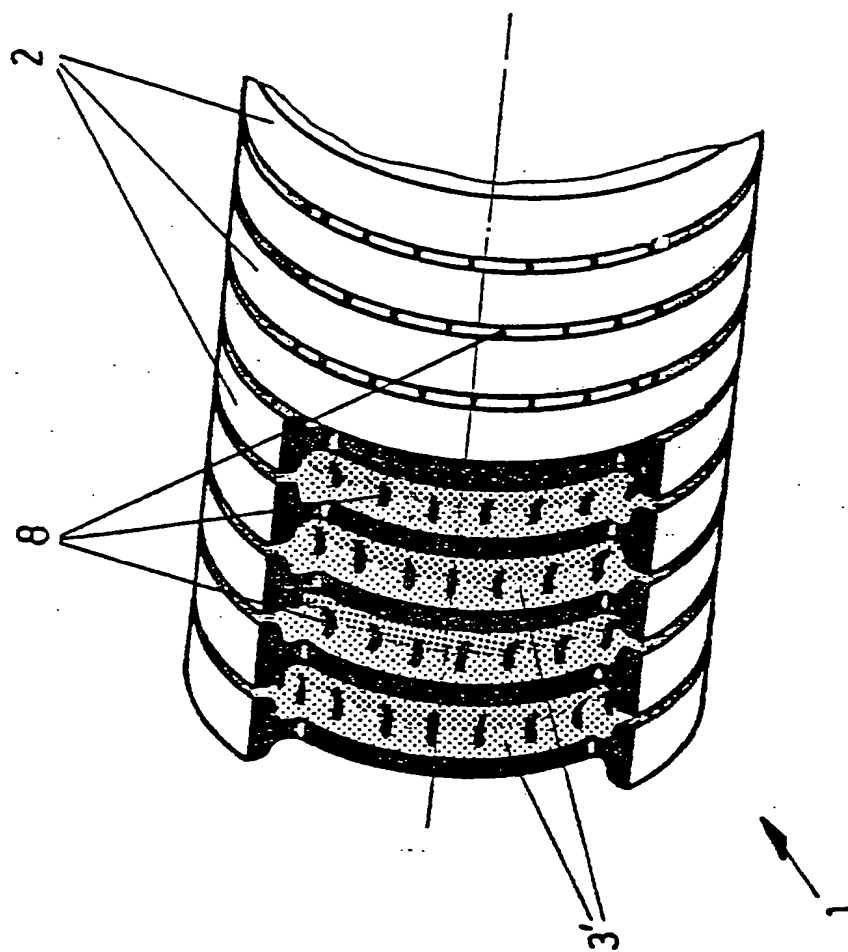


Fig. 3

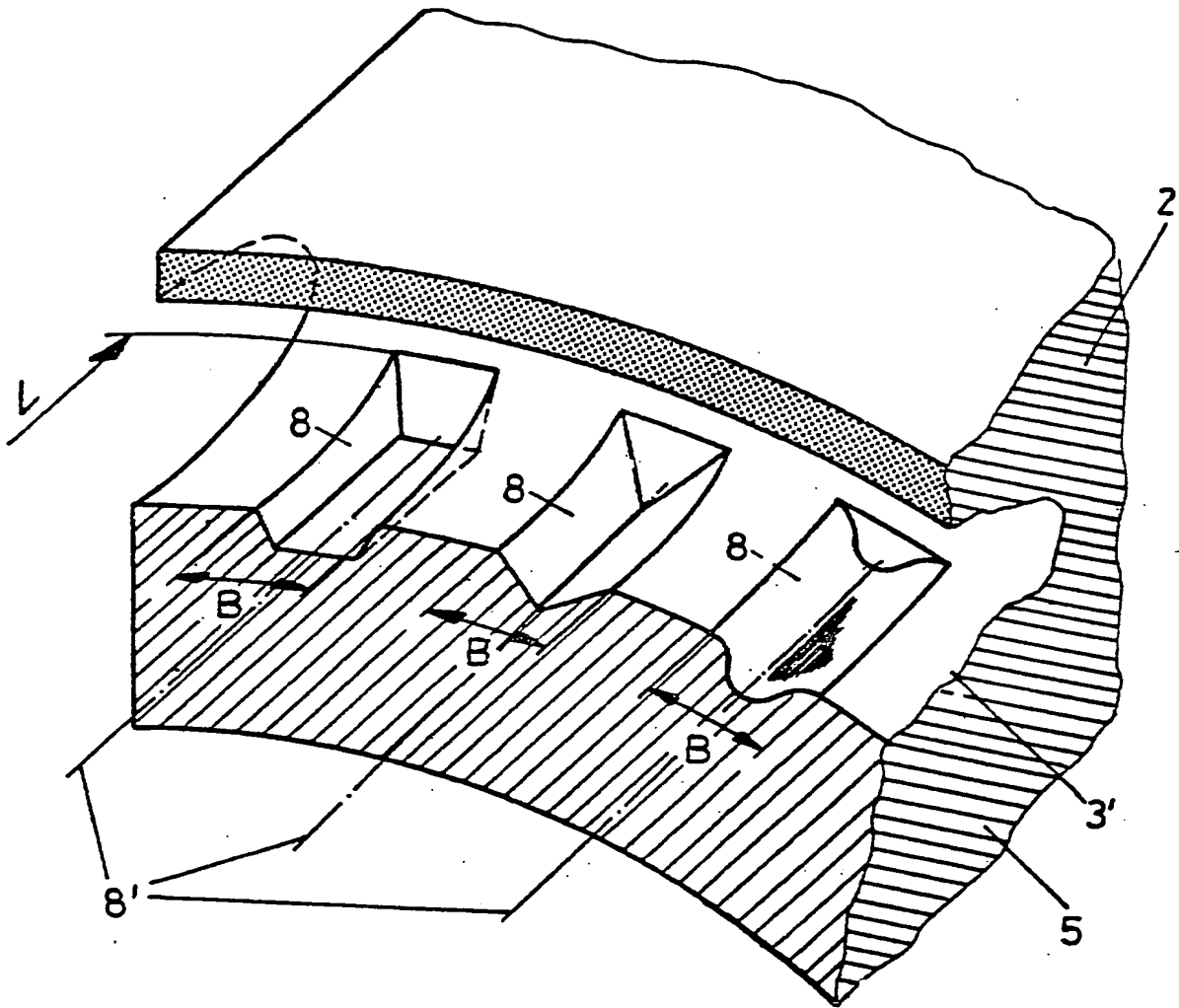


Fig. 4

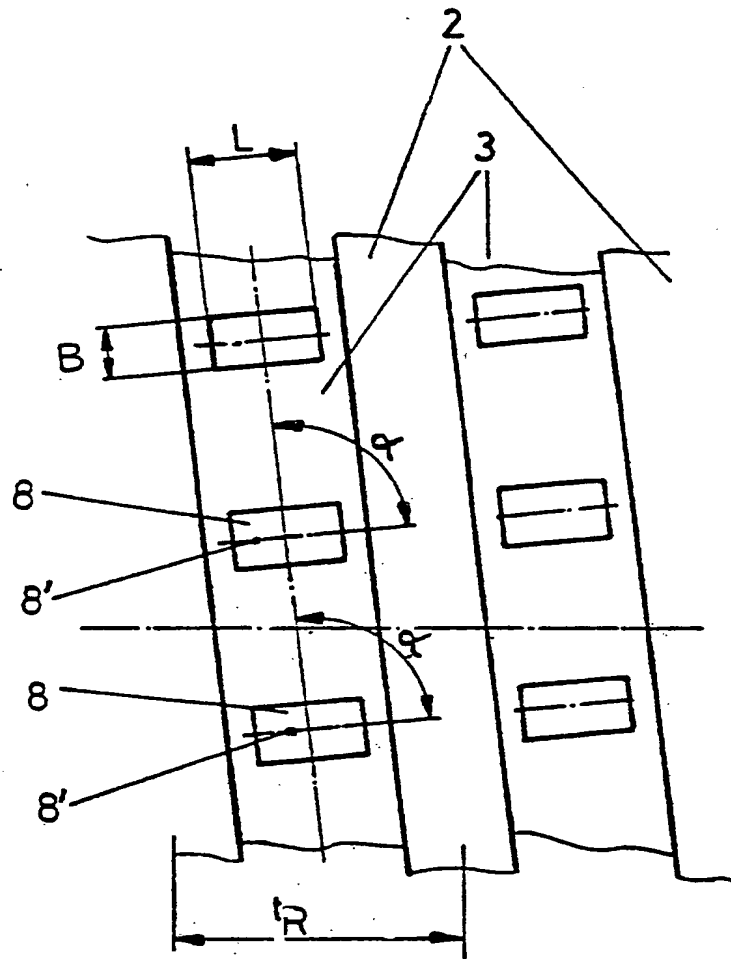


Fig. 5

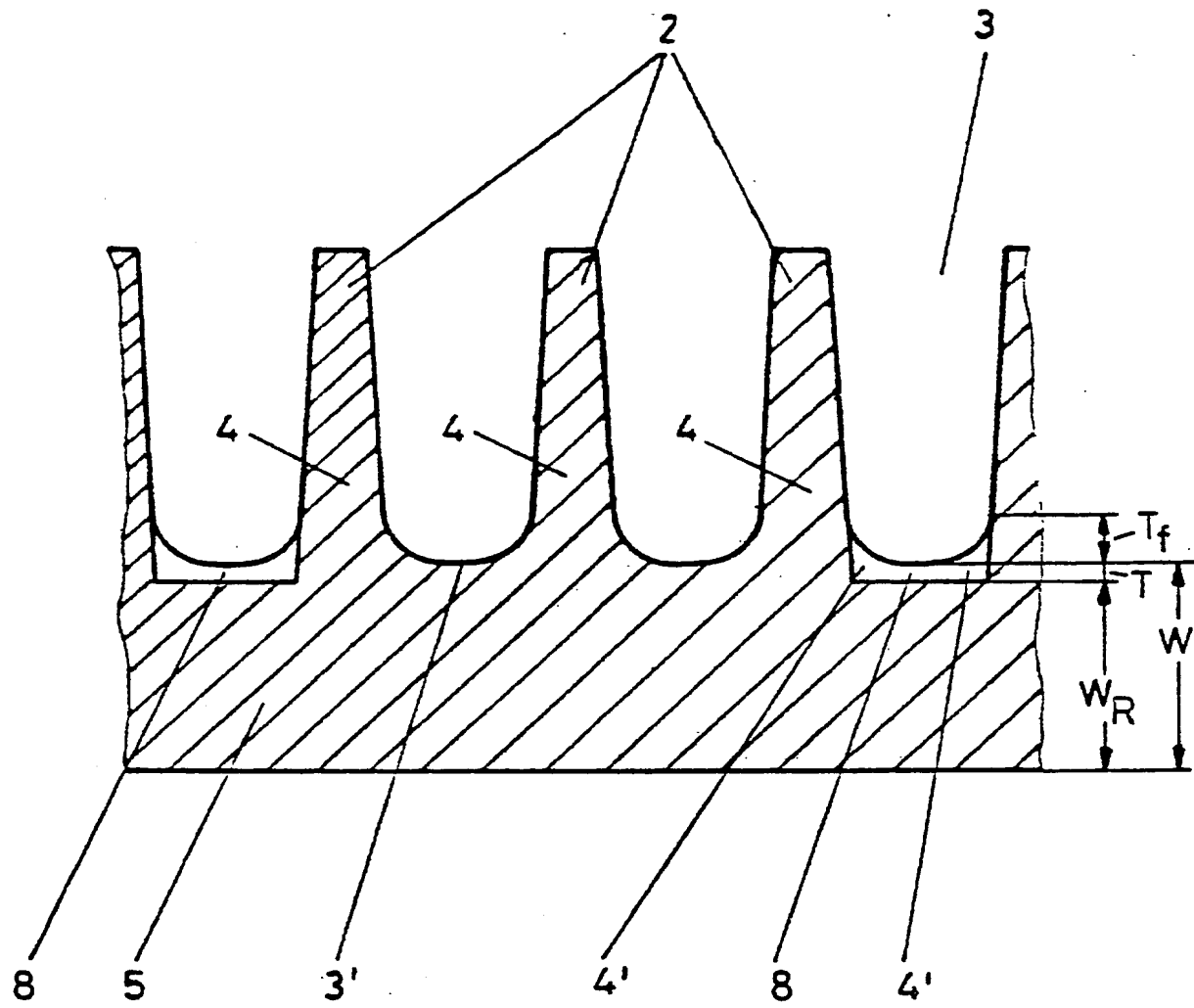


Fig. 6

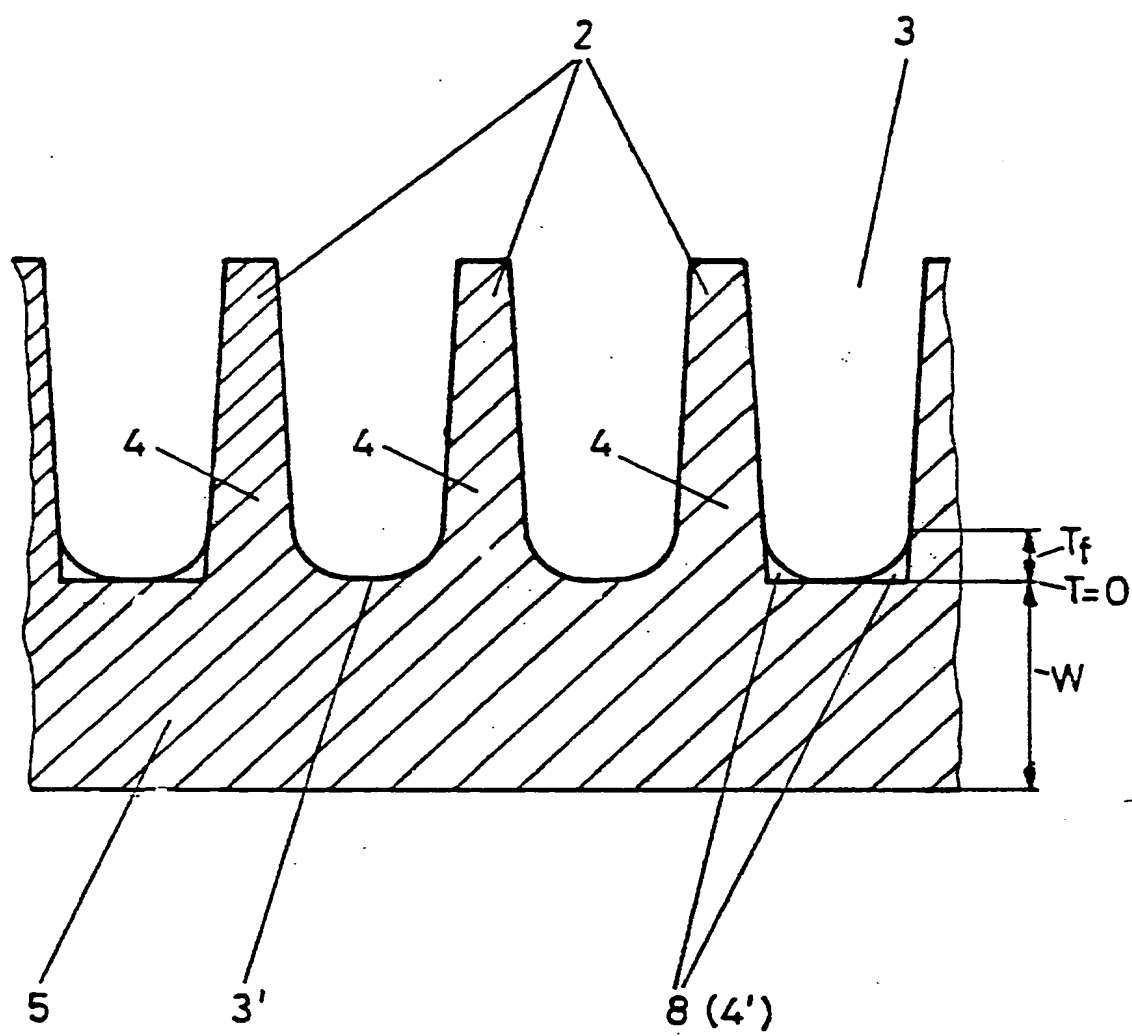


Fig. 7

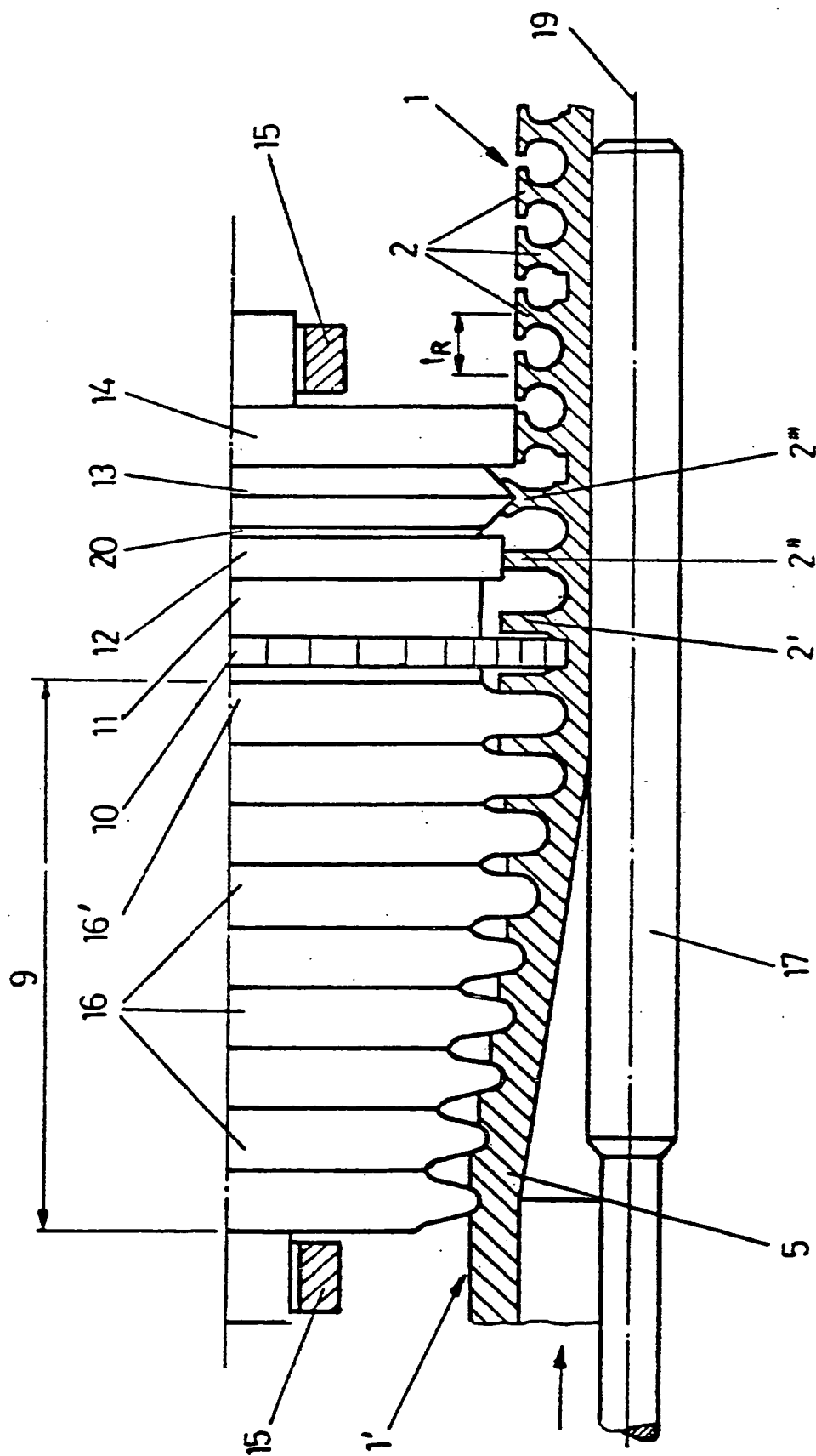


Fig. 8

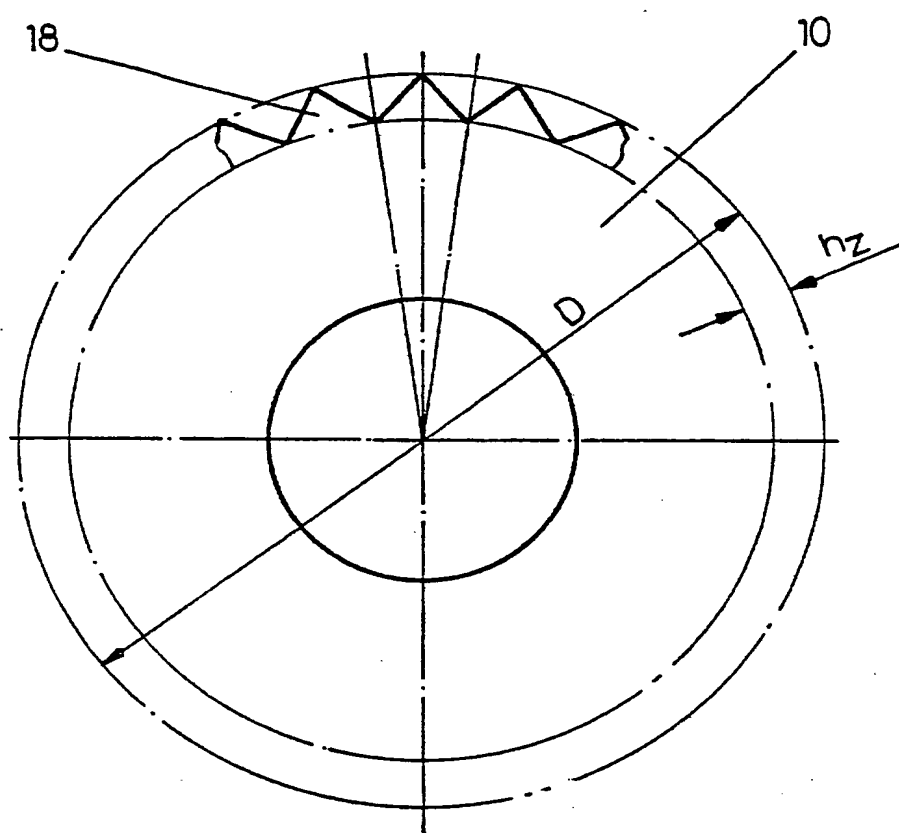


Fig. 9

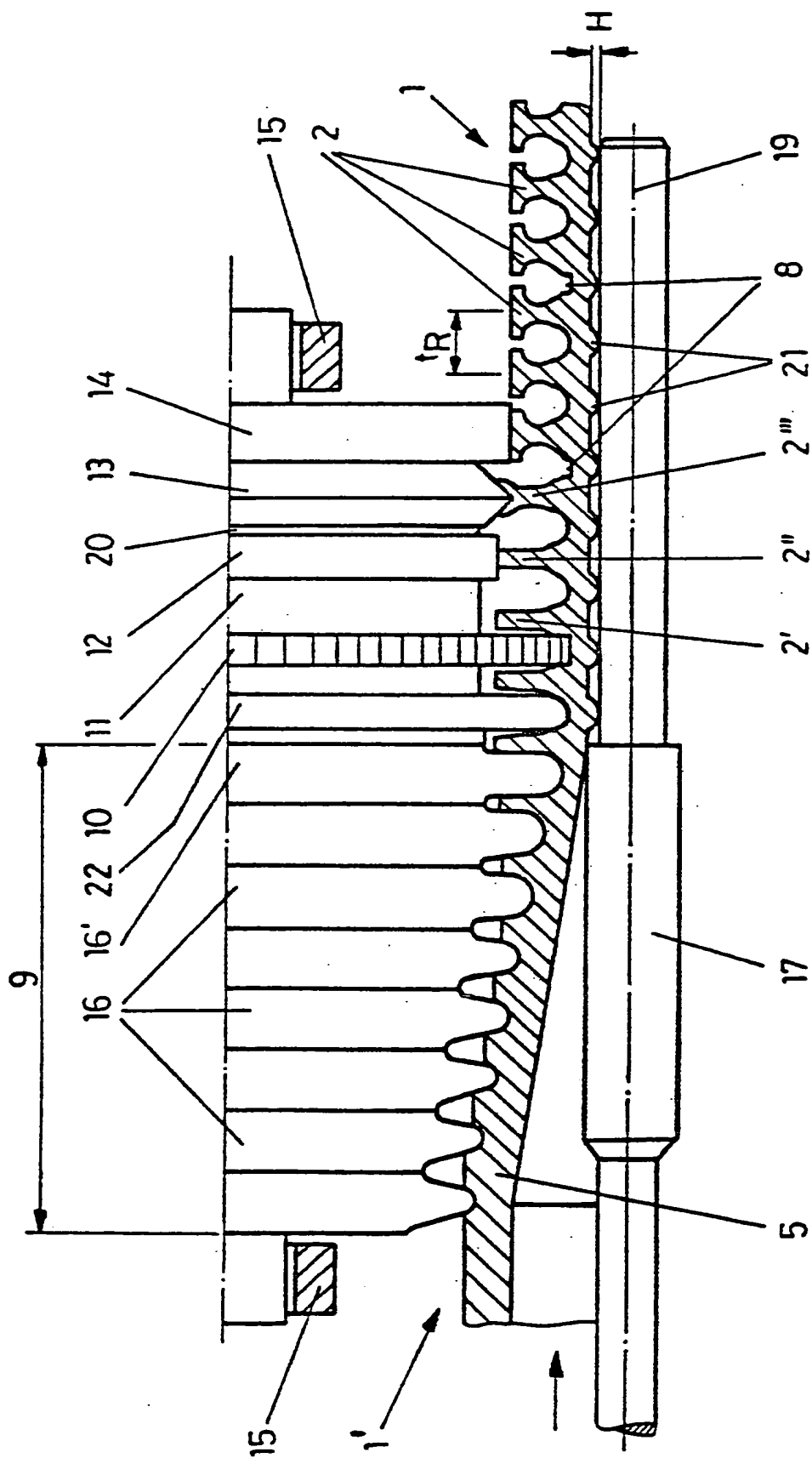


Fig. 10

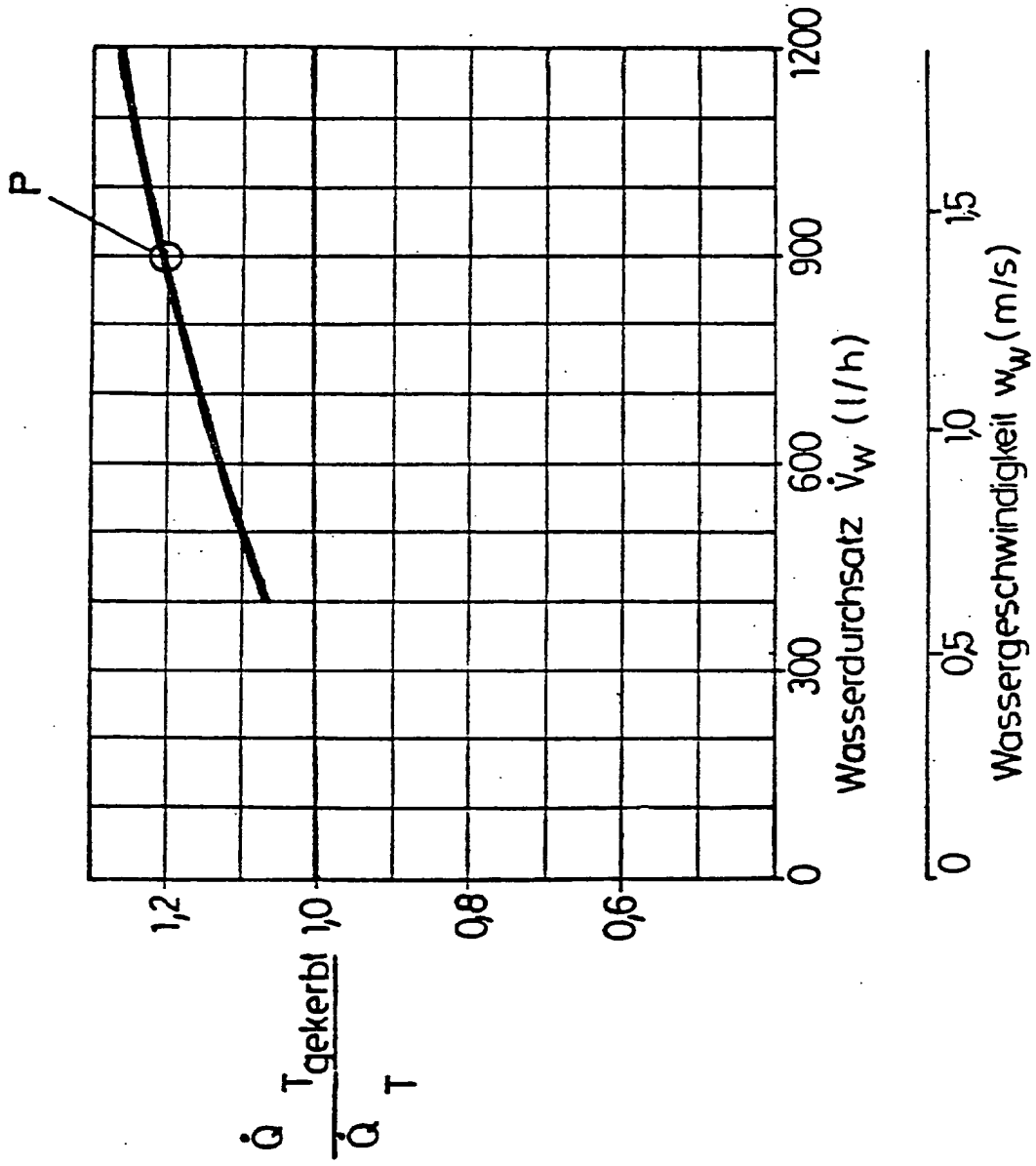


Fig. 11

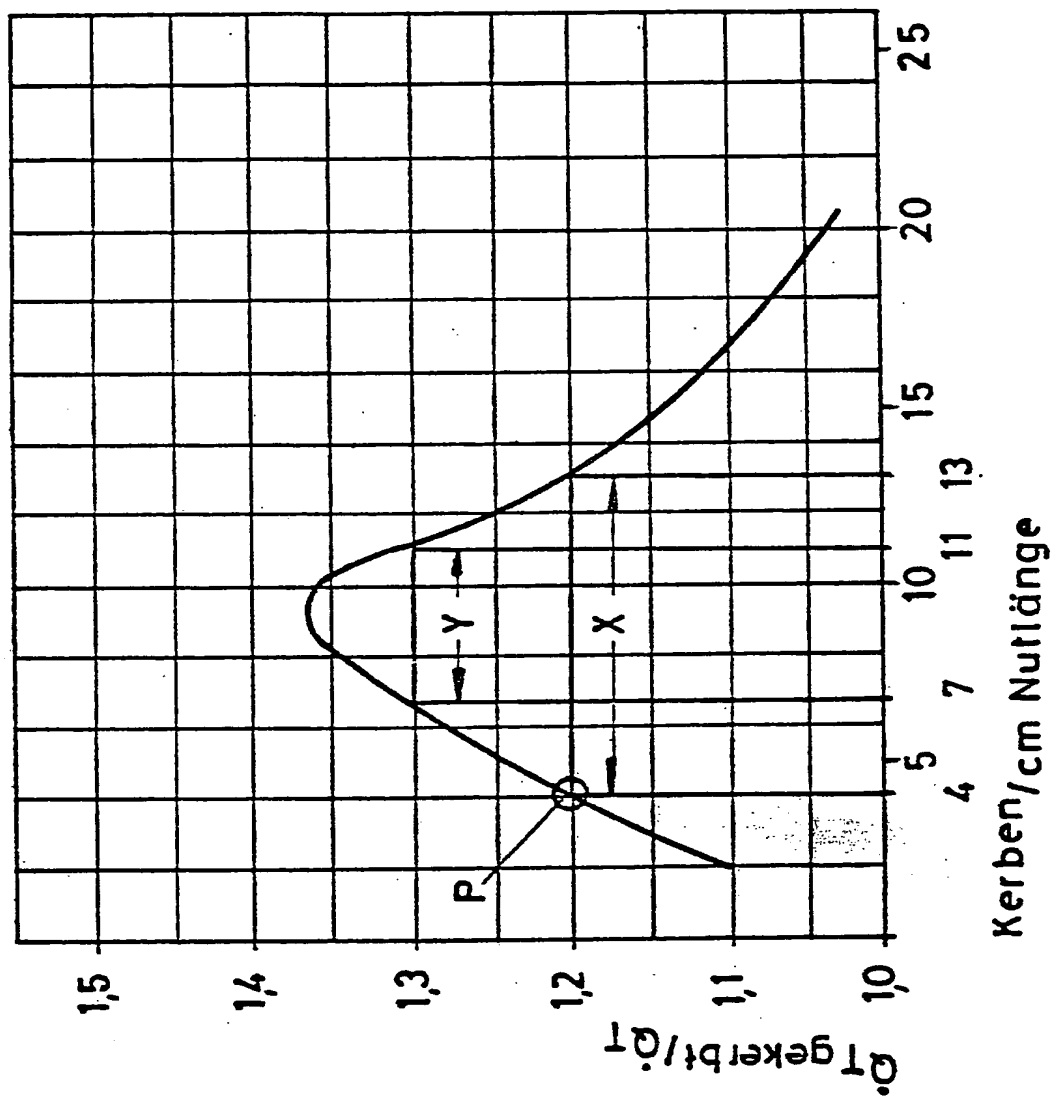


Fig.12